Youssuf Elfarmawy

Slides 6

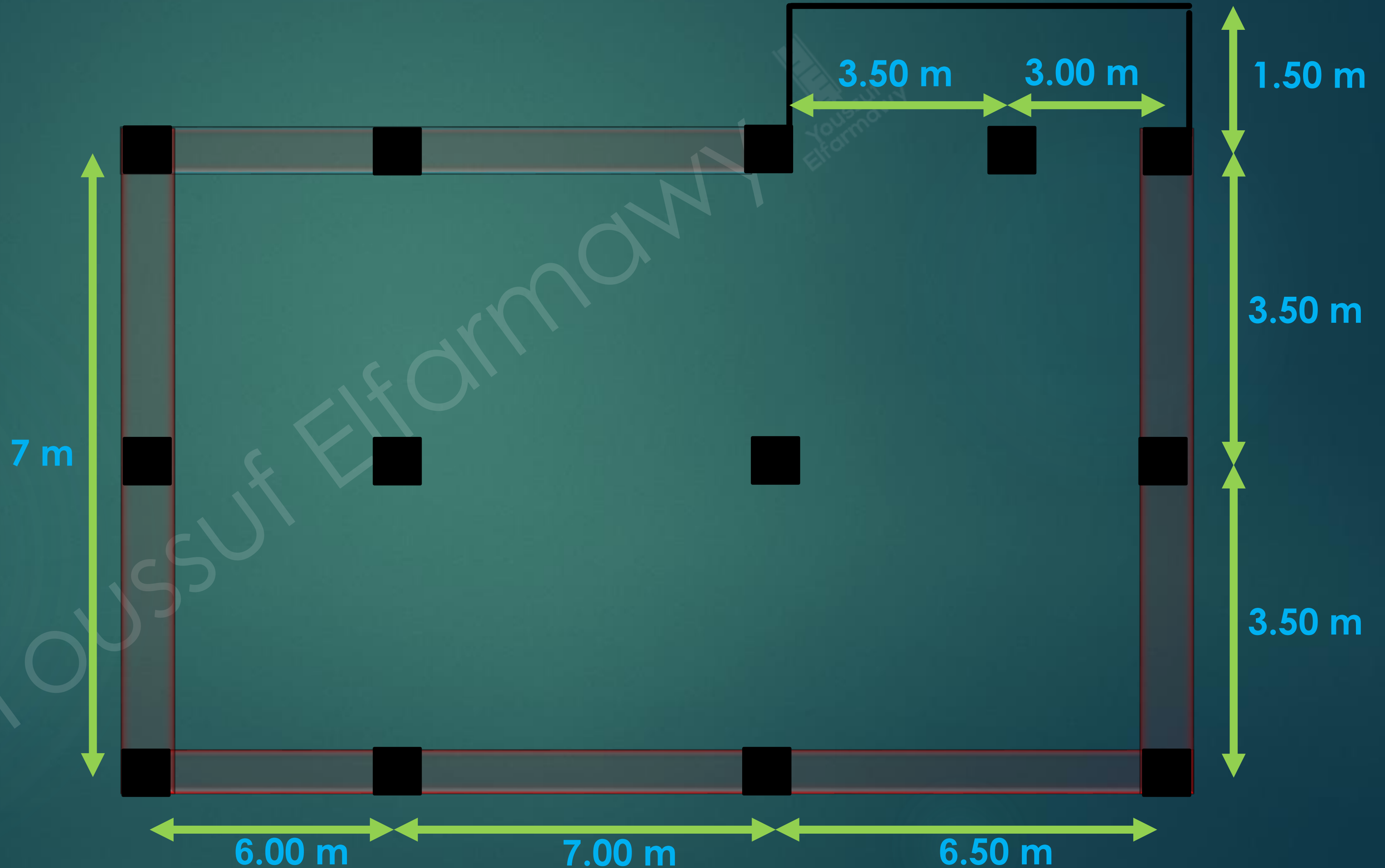
RFT Of Flat slab

Email : youssuf.elfarmawy@gmail.com
Facebook : youssuf.elfarmawy@live.com
Phone : 01112550515
Website : https://youssufelfarmawy.wordpress.com

لا تنسونـــا صالح الدُعـــــــــــــاء

- **Required**
- **RFT Of flat slab**

- **Take :**
- **Lower mesh** 5Ø12/m`
- **Upper mesh** 5Ø12/m`



RFT Of Flat slabs :

- *يجب التعرُّف على بعض المعلومات قبل تسليح البلاطة المُسطحة Flat slab كالتالي :
- 1- تنتقل الأحمال خلال البلاطات المُسطحة Flat slab من البلاطات إلى الأعمدة, ثم من الأعمدة إلى القواعد, ثم من القواعد إلى التُربة .
- 2- أقل سُمك للبلاطات هو 15 سم , و يكون تسليحها عبارة عن شبكتين , شبكة سُفلية بها تسليح في الإتجاهين , و شبكة علوية بها تسليح في الإتجاهين أيضًا , لذلك فإن كمية الحديد فيها تكون أكبر من البلاطات المُصمتة Solid slabs .

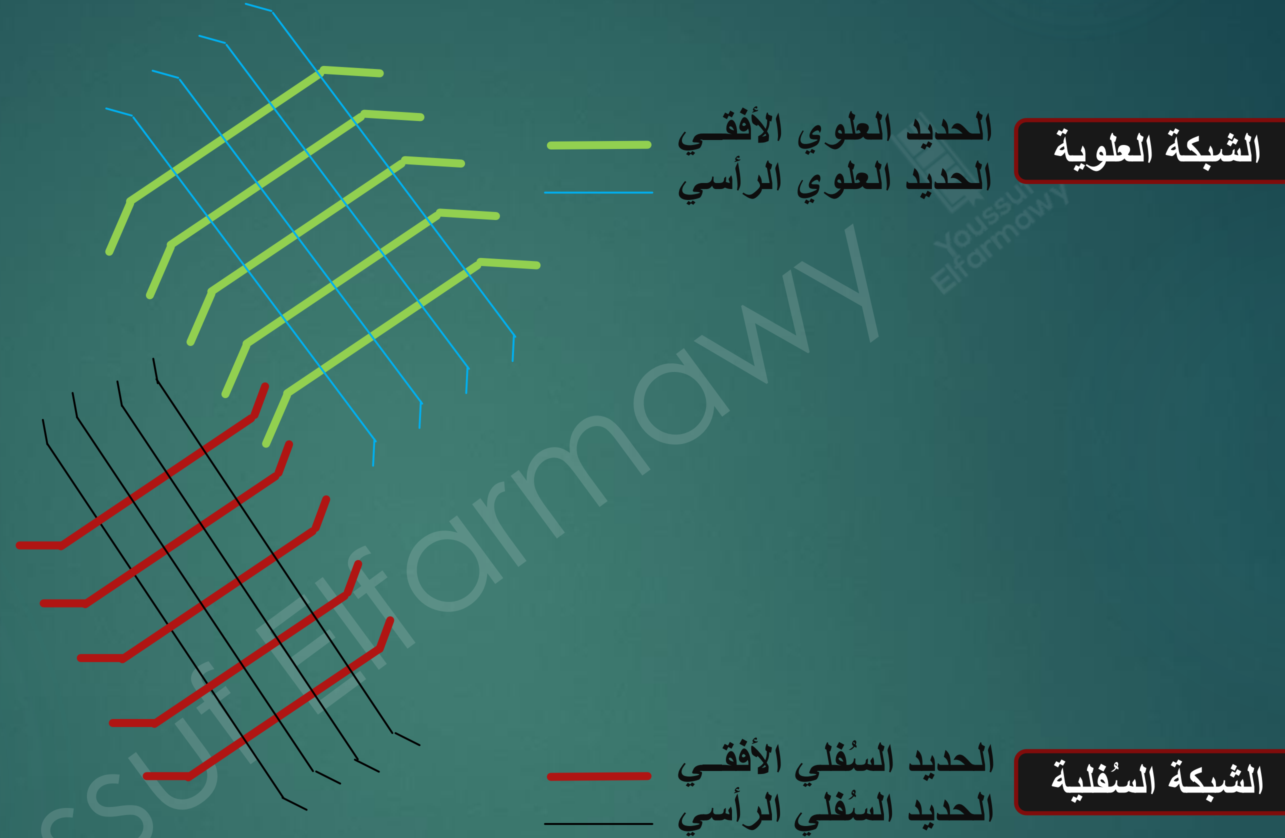
3- تتميز بإمكانية استخدامها مع البحور الكبيرة و التي تصل إلى 10 متر, كما أننا لا نحتاج فيها إلى كمات عكس البلاطات المُصمتة Solid slabs .

4- يكون التسليح أكبر في التجاه الطويل عكس البلاطة المُصمتة و التي يكون التسليح الأكبر في الإتجاه القصير .

5- يُمكن استخدام كمرات و تكون هذه الكمرات على حدود المبنى و تُسمّى الـ Marginal beams , و تعمل هذه الكمرات على تحزيم المبنى و حمل الحوائط على حدود المبنى كما أنها تُساهم في مقاومة أحمال الزلازل , لكن يجب أخذ سُمك هذه الكمرات ثلاث أضعاف سُمك البلاطة أو أكبر ليكون لهذه الكمرات جساءة أكبر بكثير من جساءة البلاطة و بالتالي نضمن أن البلاطة تكون محمولة على الكمرة .

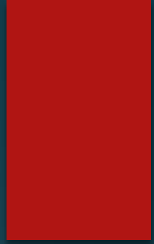
6- يتم فرض شبكة تسليح ثُم يتم التأكد من أن التسليح كافي أم لا بالشبكة المفروضة , فأذا كانت البلاطة غير آمنـة يتم زيادة شبكة التسليح المفروضة أو استخدام نفس الشبكة مع وضع إضافي في الأجزاء التي عليها عزم أكبر من قدرة تحمل الشبكة كما سيوضّح لاحقًا .

7- أقل شبكة يتم فرضها 5 Ø 10/m` و يُمكن زيادة هذه الشبكة حسب العزم الواقع على البلاطة و التي تزيد بزيادة بحر البلاطة .



نجد أن تسليح البلاطة عبارة عن شبكة سُفلية يكون فيها التسليح في الإتجاه الأفقي و الإتجاه الرأسي و بالتالي يجب التأكد من أن التسليح الذي تم فرضُه كافيًا للعزم الموجب في الاتجاهين أي في الإتجاهين M 2-2 و M 1-1 .

1- Lower RFT in Hz direction

** نجد أن هذا التسليح هو تسليح سُفلي أي أن العزم الذي تتحملُه هو عزم موجب , لذلك فإن قيمة العزم التي سنُدخلها للبرناج تكون بإشارة موجبة , كما أن التسليح في الإتجاه الأفقي أي أن العزم الذي تتحملُه هو العزم M 1-1 .

** بالمثل كما ذكرنا في البلاطات المُصمتة Solid slabs فإننا سوف نفرض قيمة للتسليح ثُم نحسب قيمة العزم التي يستطيع التسليح المفروض تحمُلُه , فإن كان العزم الواقع على البلاطة في أي جزء منها أكبر من العزم الناتج من الحديد المفروض فإن هذا الجُزء يُصبح غير آمن لذلك نحتاج إلى وضع تسليح إضافي في الأجزاء غير الأمنة , و ذلك عكس البلاطات المُصمتة و التي كنا نُغير قيمة التسليح الذي تم فرضهُ حت تُصبح البلاطة بالكامل آمنــة, أما في هذه البلاطات يُمكن وضع تسليح إضافي في الجُزء الغير آمـن فقط دون الحاجة لتكبير الشبكة المفروضة و بالتالي يكون ذلك أكثر توفيرًا .

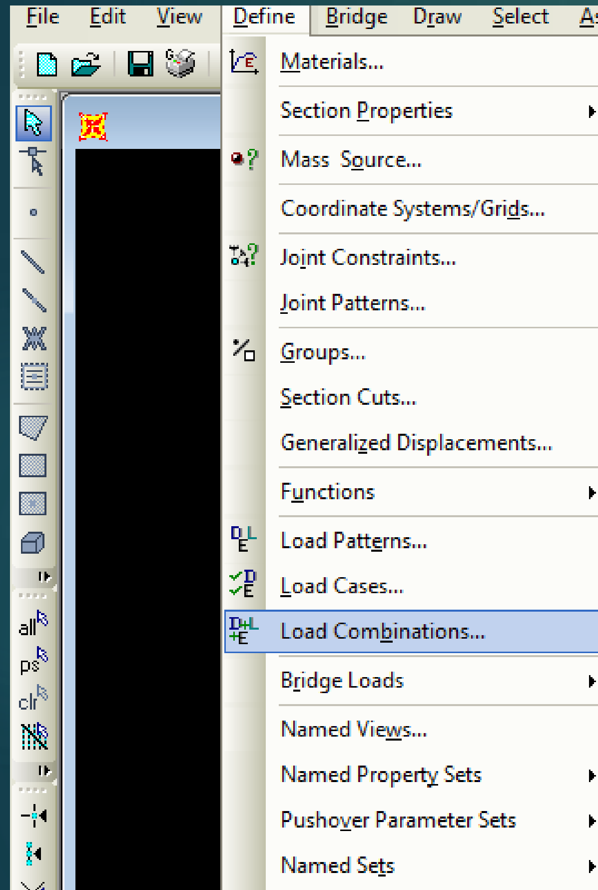
** و ليكُن سنفرض الشبكة 5 Ø 12/m` و حساب العزم الذي تستطيع تحمُله و إدخالُه للبرنامج كالتالي ..

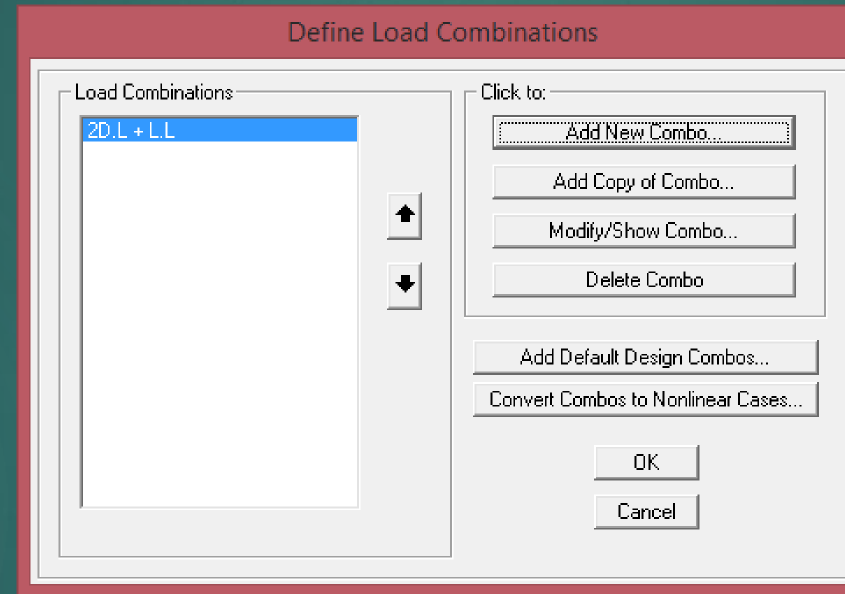
1. $A_s = 5 \varnothing 12/m` = 565.49 \ mm^2$ **d** (Effective depth of slab without cover) $= t - 20mm = 220-20=200$ mm

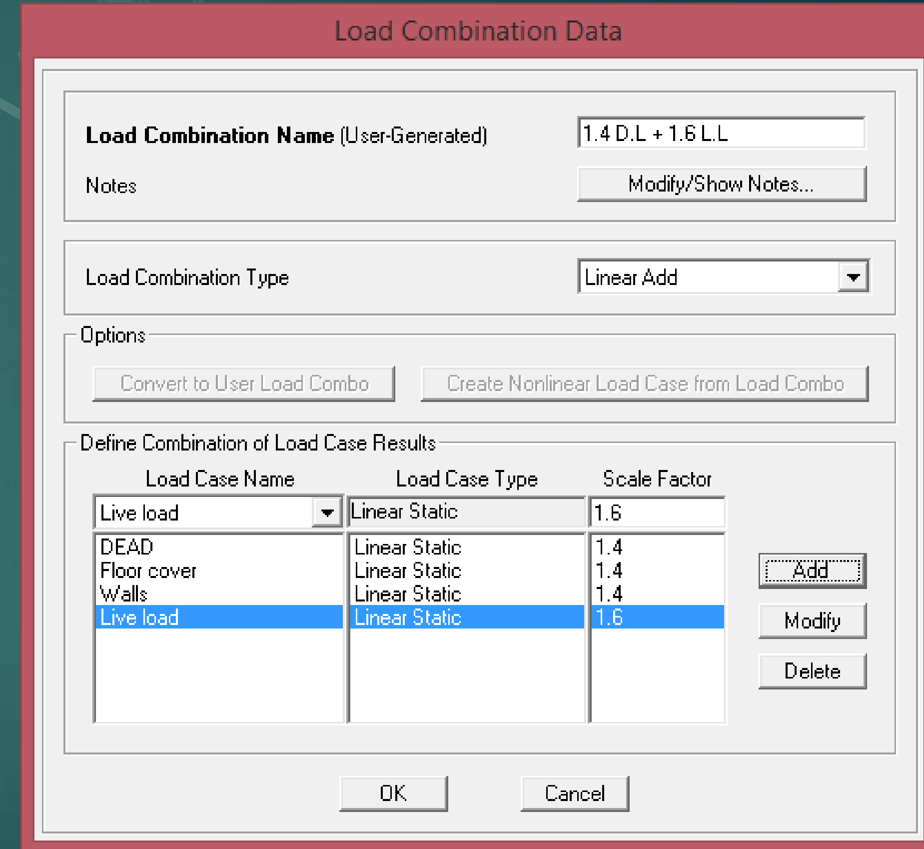
2. $A_s = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{F_y * d * j}$ $\therefore 565.49 = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{360 * 200 * 0.80}$ $\therefore M_{U.L} = 3.257$ Ton.m (هذه هي أقصى قيمة عزم يتحملها التسليح الذي تم فرضُه)

3. ▶ سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج لمعرفة هل ستكفي لتغطية العزم الواقع على البلاطة في الإتجاه الأفقي 1-1 لتغطية التسليح السُفلي .

** طبقًا للكود المصري فإنه يتم التصميم على حالة الـ Ultimate حيث يتم ضرب الأحمال الحية *1.6 و الأحمال الميتة *1.4 , لذلك سيتم عمل حالة لخليط من الأحمال معًا على البرنامج كالتالي ..







Define → Load combinations

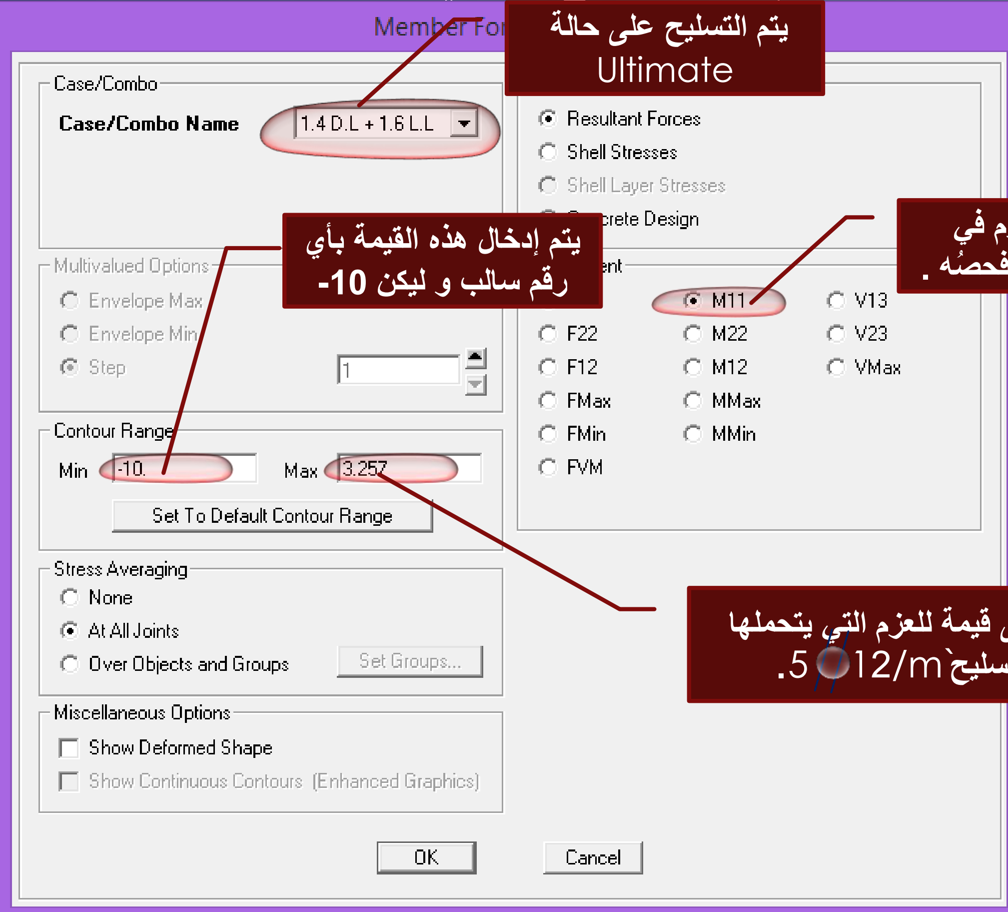
تظهر القائمة التالية نختار منها

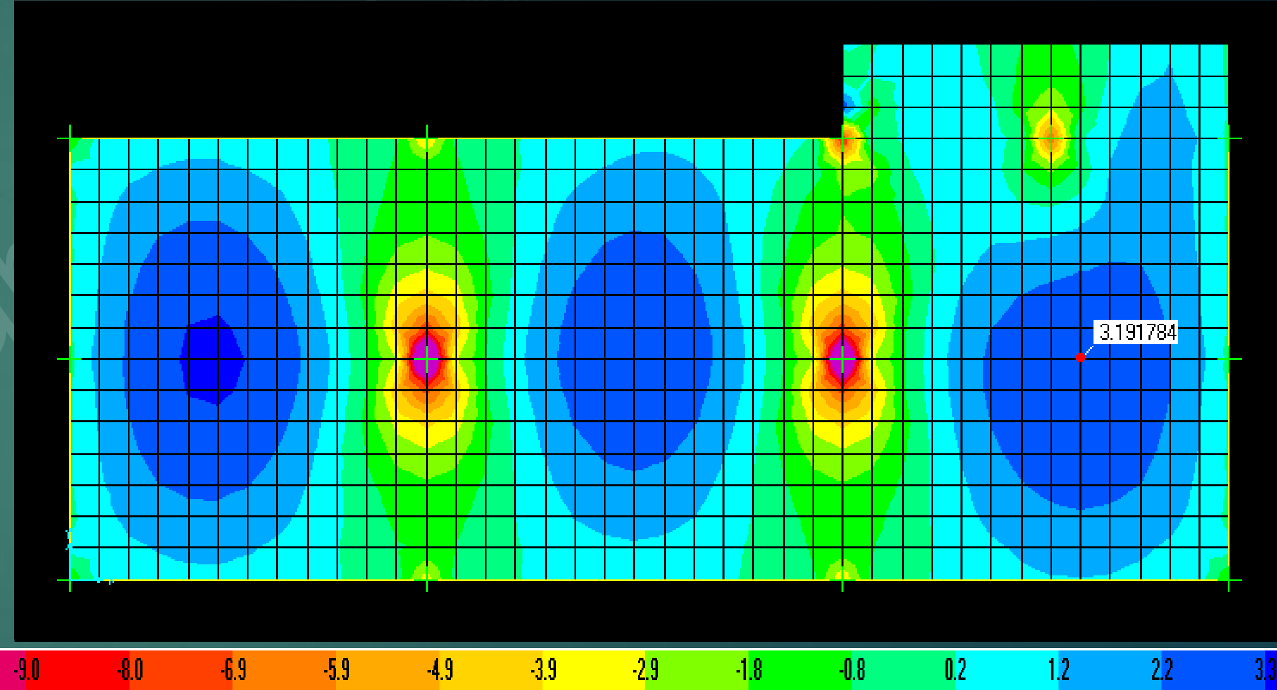
Add New Combo...

تظهر القائمة التالية فنضيف حالات الأحمال لـ DEAD و نضع لها Scale factor = 1.4

ثم نضيف حالة لـ Live load و نضع لها Scale factor = 1.6

**سيتم الدخول إلى البرنامج و نضع قيمة العزم التي تم حسابها للتسليح الذي تم فرضهُ 5 Ø 12/m` و معرفة هل ستكون كافية لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الأفقي (1-1) للشبكة السُفلية أي لتغطية العزم الموجب, حيث سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج كالتالي ..

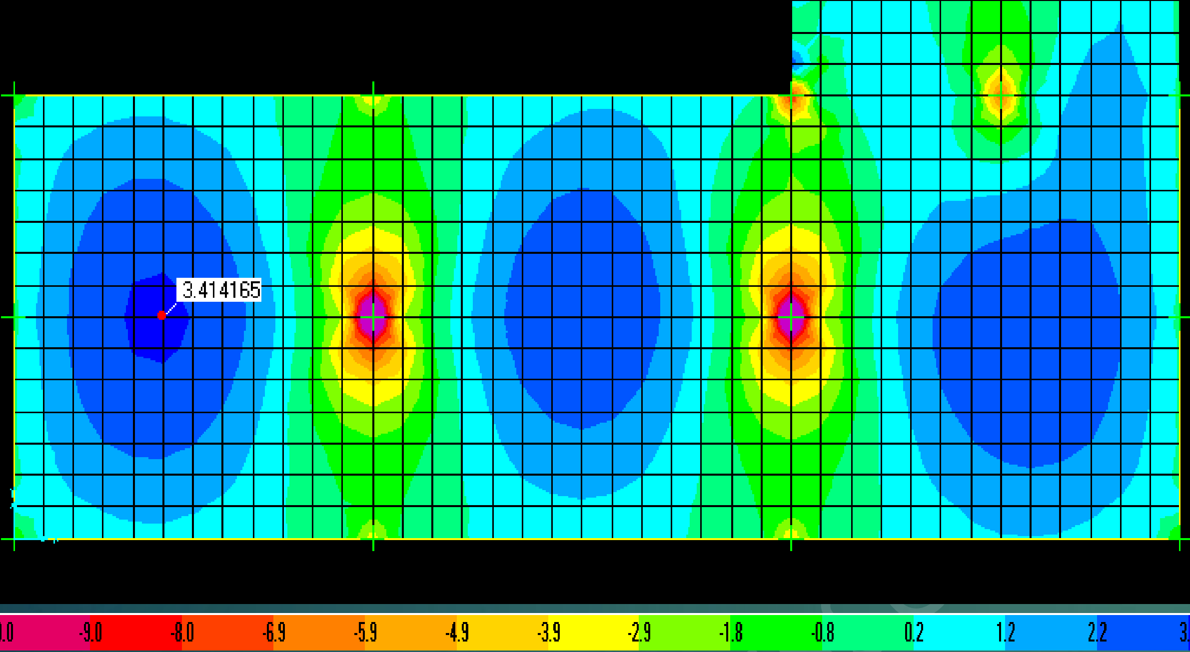


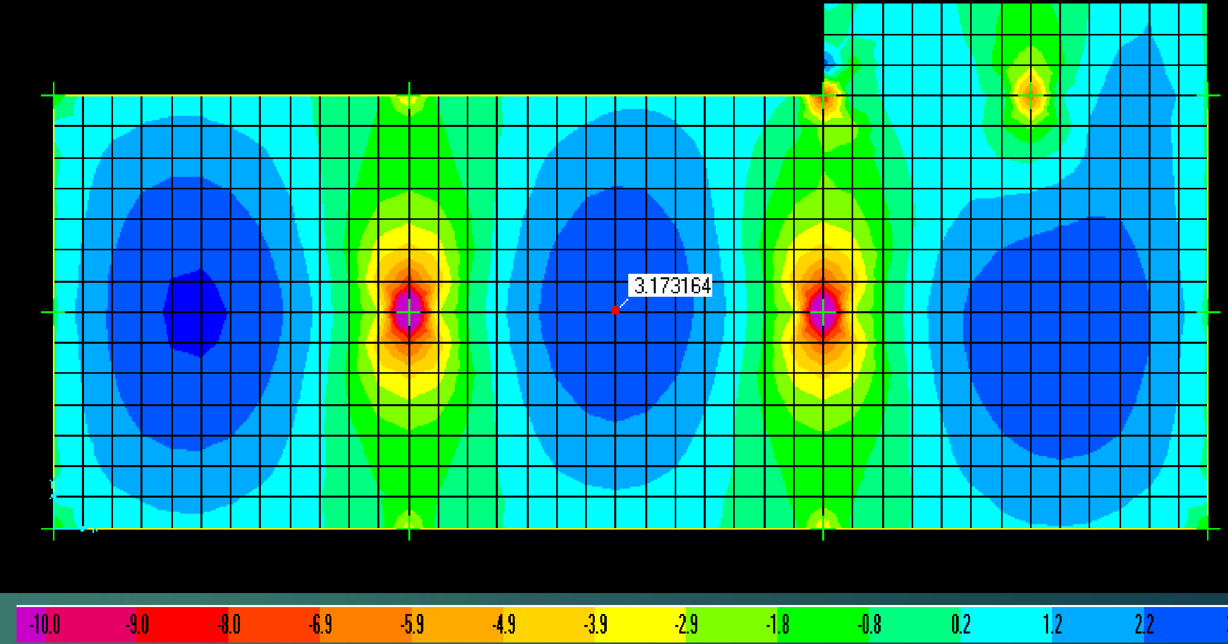


يتم إدخال قيمة العزم الذي يتحملُه تسليح 5 Ø 12/m` للبلاطة لمعرفة هل هو آمن في اتجاه 1-1 أم لا

يُظهر البرنامج قيم العزم بلون لكُل عزم فكُلما تحرّكنا في خط الألوان من اليسار إلى اليمين كان العزم أعلى , لذلك فإن اللون الأزرق هو أعلى عزم على البلاطة , لكن نجد أن البلاطة اليُمنى يكون جُزء منها باللون الأزرق و الذي تكون قيمة العزم فيه أقل من أقصى عزم تتحمله البلاطة لذلك إذا وقفنا عند المنطقة الموجودة باللون الأزرق فنجد عندها قيمة العزم 3.191 أقل من العزم الذي يتحملُه التسليح المفروض , لذلك لن نحتاج لوضع تسليح إضافي.

*نُكرّر ما سبق على البلاطة الموجودة في المٌنتصف و البلاطة الموجودة على اليسار لمعرفة هل العزم فيه آمن أم لا :





يُظهر البرنامج قيم العزم بلون لكُل عزم فكُلما تحرّكنا في خط الألوان من اليسار إلى اليمين كان العزم أعلى , لذلك فإن اللون الأزرق هو أعلى عزم على البلاطة , لكن نجد أن البلاطة الوسطى يكون جُزء منها باللون الأزرق و الذي تكون قيمة العزم فيه أقل من أقصى عزم تتحمله البلاطة لذلك إذا وقفنا عند المنطقة الموجودة باللون الأزرق فنجد عندها قيمة العزم 3.173 أقل من العزم الذي يتحملُه التسليح المفروض , لذلك لن نحتاج لوضع تسليح إضافي.

يُظهر البرنامج قيم العزم بلون لكُل عزم فكُلما تحرّكنا في خط الألوان من اليسار إلى اليمين كان العزم أعلى , لذلك فإن اللون الأزرق هو أعلى عزم على البلاطة , لكن نجد أن البلاطة اليُسرى يكون جُزء منها باللون الأزرق و الذي تكون قيمة العزم فيه أكبر من أقصى عزم تتحمله البلاطة لذلك إذا وقفنا عند المنطقة الموجودة باللون الأزرق فنجد عندها قيمة العزم 3.414 أكبر من العزم الذي يتحملُه التسليح المفروض , لذلك سنحتاج لوضع تسليح إضافي لتأمين الجُزء غير الأمن .

**نُلاحظ أنه في الثلاث باكيات التي تم معرفة العزم لها وُجِد أن العزم الواقع عليهم جميعًا في بعض الأجزاء منهم أكبر من قيمة العزم للتسليح الأفقي السفلي الذي تم فرضُه لذلك سيتم وضع إضافي .

**يكون الإضافي الذي يتم وضعُه للأجزاء الغير آمنـــة عبارة عن حل من الحلول التالية :

1- نصف قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة 2.5Ø12/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

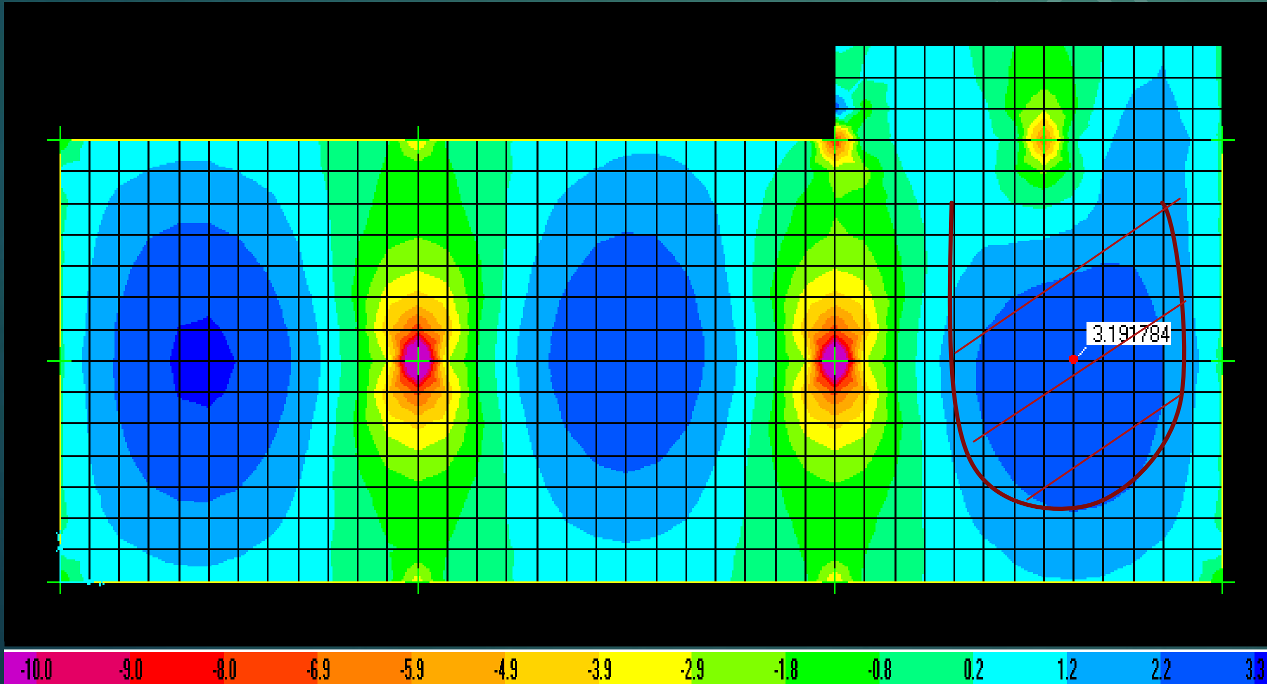
2- نفس قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة 5Ø12/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

3- نصف قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة 2.5Ø16/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

4- نفس قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة 5Ø16/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

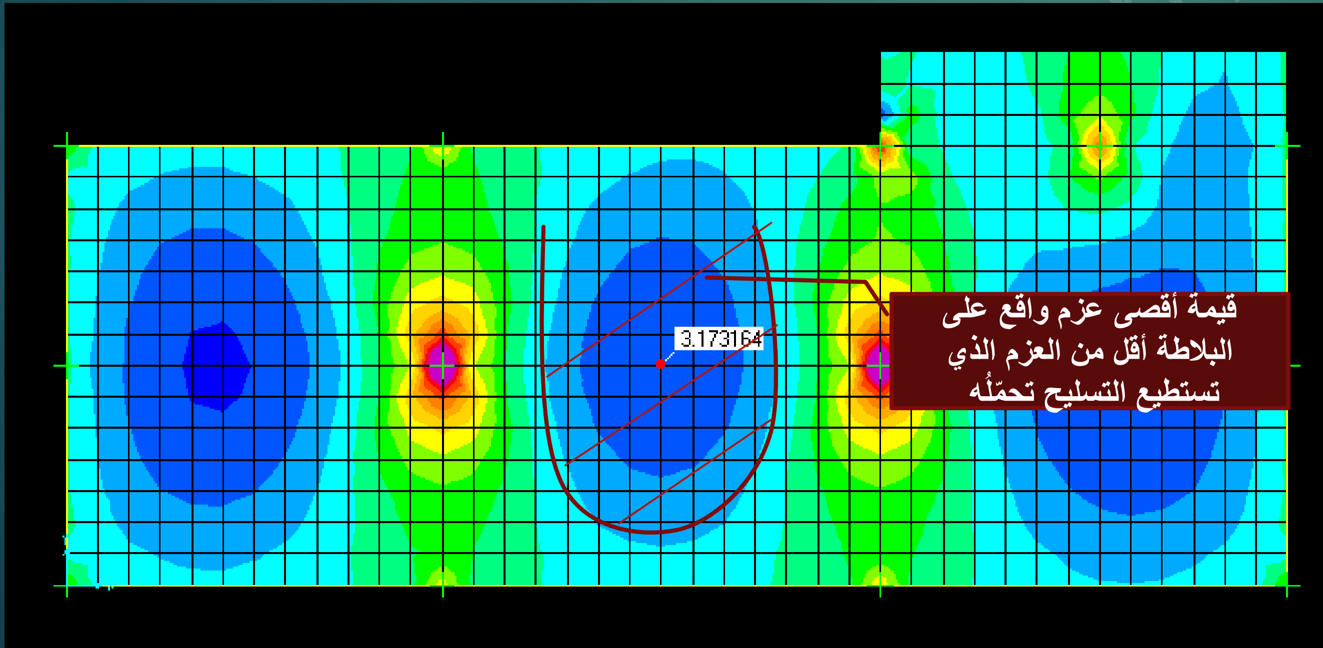
**سنقوم بتطبيق ذلك على الباكيات الثلاث و نُجرّب الحلول الأربعة الموضحة بالترتيب حتى تُصبح البلاطة آمنـــة .

**نبدأ بتطبيق ذلك على الباكية اليُمنى , نجد أن أكبر قيمة العزم عندها 3.1917 و هي أقل من قيمة العزم الذي يتحملُه التسليح الذي تم فرضُه و الذي أعطى عزم 3.257 كما حسبناها سابقًا , لذلك لن نحتاج لإضافة تسليح إضافي لهذا الجُزء بل سنكتفي بوضح الشبكة فقط دون وضع تسليح إضافي .



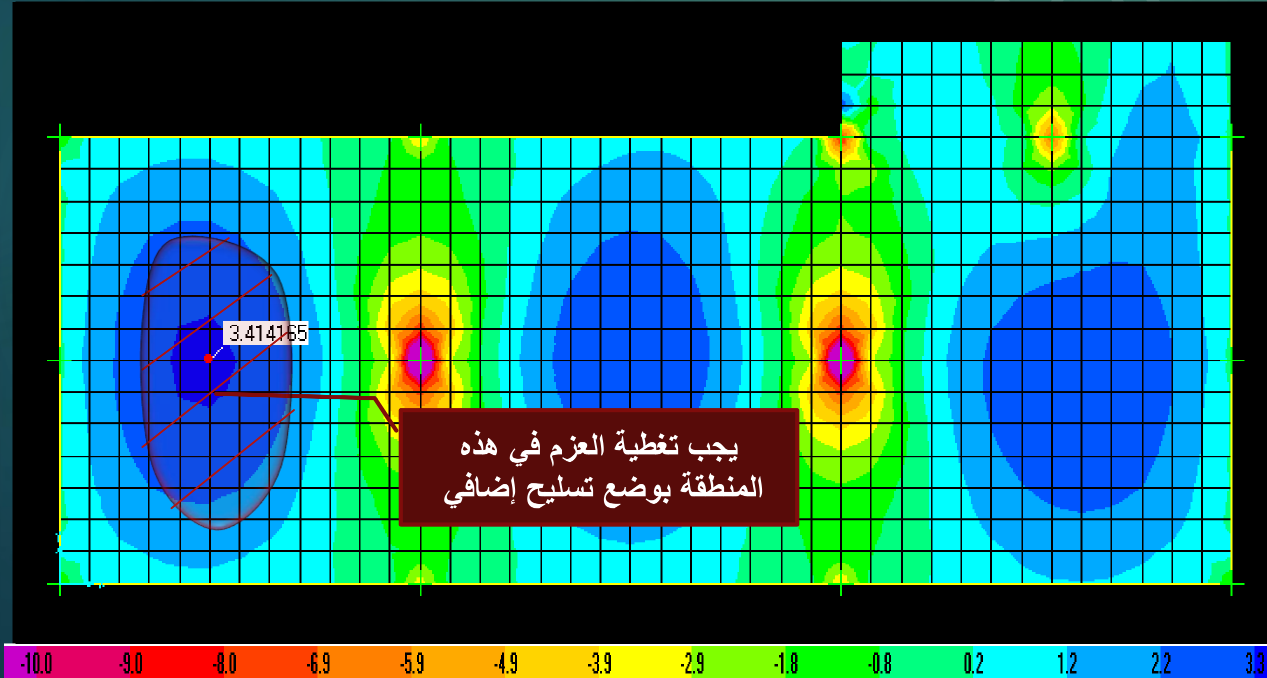
قيمة أقصى عزم واقع على البلاطة أقل من العزم الذي تستطيع التسليح تحمّلُه

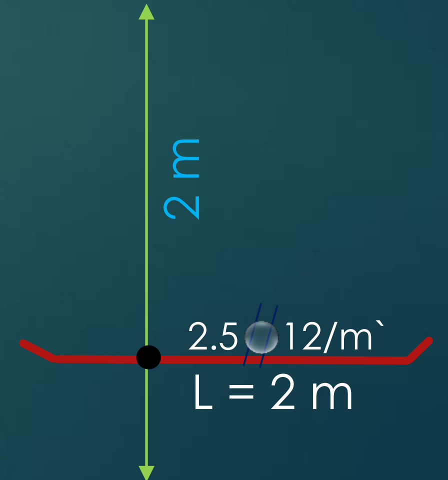
- **نبدأ بتطبيق ذلك على الباكية اليُمنى , نجد أن أكبر قيمة العزم عندها 3.1917 و هي أقل من قيمة العزم الذي يتحملُه التسليح الذي تم فرضُه و الذي أعطى عزم 3.257 كما حسبناها سابقًا , لذلك لن نحتاج لإضافة تسليح إضافي لهذا الجُزء بل سنكتفي بوضح الشبكة فقط دون وضع تسليح إضافي .





- **نبدأ بتطبيق ذلك على الباكية اليُسرى , نجد أن أكبر قيمة العزم عندها 3.414 و هي أكبر من قيمة العزم الذي يتحملُه التسليح الذي تم فرضُه و الذي أعطى عزم 3.257 كما حسبناها سابقًا , لذلك هُناك جُزء من هذه الباكية غير آمنة لذلك سنضع لها الإضافي , فنجرّب أولًا نصف شبكة من نفس التسليح أي`12/m ∅2.5 و بالتالي تزيد قيمة العزم الذي يتحمله التسليح الأفقي الموجب بقيمة 1.6825 أي يُصبح التسليح يقاوم عزم يصل إلى قيمة التسليح الأصلي + التسليح الإضافي (نصف التسليح الأصلي) أي 3.257 + 1.6875 = 4.88 و بالتالي نجد أن هذه القيمة أكبر من قيمة أقصى عزم على هذه الباكية , لذلك سيكفي هذا الإضافي فنضعُه في الجُزء غير الآمـن على الباكية اليُسرى , و يستمر هذا التسليح الإضافي في بطول الجُزء غير الآمـن .
- **نضع الإضافي بنفس شكل أسياخ التسليح الرئيسي أي أنه في هذه الحالة ستكون أسياخ أفقية سُفلية إضافية و سيكون عرض هذا السيخ بعرض الجُزء الموجود بعزم أكبر من تحمُّل التسليح الرئيسي في الباكية اليُمنى , ولمعرفة عرض السيخ من خلال البرنامج سنقوم بعدّ الـ Shells الموجـودة بقيمـة عزم أكبــر من عزم التسليح الرئيسي , فنجد أنهم حوالي 4 Shells و عرض كُل منهُم نصف متر أي أن عرض السيخ سيكون 2 متر , أما بالنسبة للاتجاه الطولي سنجد أن عدد الـ Shells غير الآمنـة حوالي 4 Shells أي 2 متر .





2- Lower RFT in VL direction

** نجد أن هذا التسليح هو تسليح سُفلي أي أن العزم الذي تتحملُه هو عزم موجب , لذلك فإن قيمة العزم التي سنُدخلها للبرناج تكون بإشارة موجبة , كما أن التسليح في الإتجاه اللاأسي أي أن العزم الذي تتحملُه هو العزم M 2-2 .

** بالمثل كما ذكرنا في البلاطات المُصمتة Solid slabs فإننا سوف نفرض قيمة للتسليح ثُم نحسب قيمة العزم التي يستطيع التسليح المفروض تحمُلُه , فإن كان العزم الواقع على البلاطة في أي جزء منها أكبر من العزم الناتج من الحديد المفروض فإن هذا الجُزء يُصبح غير آمن لذلك نحتاج إلى وضع تسليح إضافي في الأجزاء غير الأمنة , و ذلك عكس البلاطات المُصمتة و التي كنا نُغير قيمة التسليح الذي تم فرضُه حتى تُصبح البلاطة بالكامل آمنة, أما في هذه البلاطات يُمكن وضع تسليح إضافي في الجُزء الغير آمن فقط دون الحاجة لتكبير الشبكة المفروضة و بالتالي يكون ذلك أكثر توفيرًا .

** و ليكُن سنفرض الشبكة `5 Ø 12/m و حساب العزم الذي تستطيع تحُمله و إدخالُه للبرنامج كالتالي ..

1. $A_s = 5\ \phi\ 12/m` = 565.49\ mm^2$ **d** (Effective depth of slab without cover) = t – 20mm = 220-20=200 mm

2. $A_s = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{F_y * d * j}$ $\therefore 565.49 = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{360 * 200 * 0.80}$ $\therefore M_{U.L} = 3.257$ Ton.m (هذه هي أقصى قيمة عزم يتحملها التسليح الذي تم فرضُه)

3. ▶ سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج لمعرفة هل ستكفي لتغطية العزم الواقع على البلاطة في الإتجاه الرأسي 2-2 لتغطية التسليح السُفلي .

**سيتم الدخول إلى البرنامج و نضع قيمة العزم التي تم حسابها للتسليح الذي تم فرضهُ `5 Ø12/m و معرفة هل ستكون كافية لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الرأسي (2-2) للشبكة السُفلية أي لتغطية العزم الموجب, حيث سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج كالتالي ..

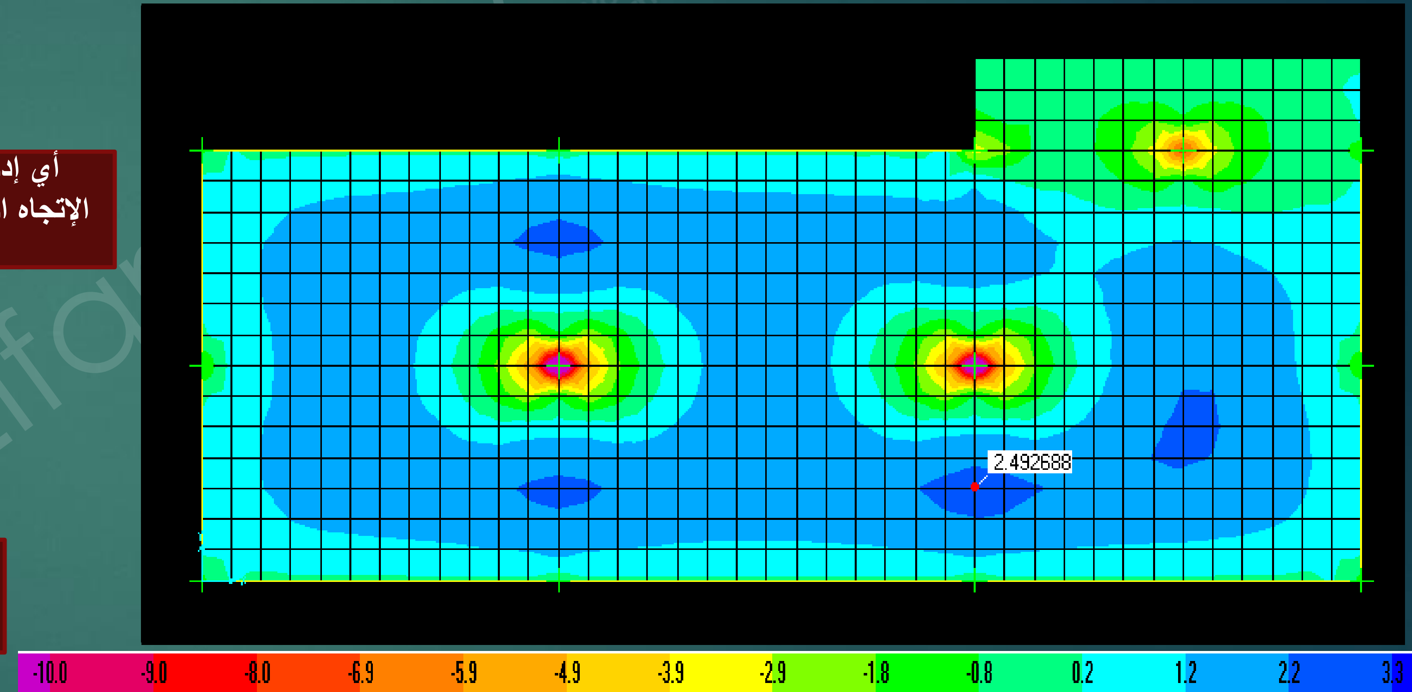
Member Forces
Case/Combo
Case/Combo Name 1.4 D.L + 1.6 L.L
Multivalued Options
Envelope Max
Envelope Min
Step 1
Contour Range
Min -10. Max 3.257
Set To Default Contour Range
Stress Averaging
None
At All Joints
Over Objects and Groups
Set Groups...
Miscellaneous Options
Show Deformed Shape
Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)
OK Cancel
Resultant Forces
Shell Stresses
Shell Layer Stresses
Concrete Design
F22
F12
FMax
FMin
FVM
M11
M22
M12
MMax
MMin
V13
V23
VMax

يتم التسليح على حالة Ultimate

يتم إدخال هذه القيمة بأي رقم سالب و ليكن -10

أي إدخال العزم في الإتجاه الرأسي و فحصه .

أقصى قيمة للعزم التي يتحملها تسليح `5 Ø12/m.



يتم إدخال قيمة العزم الذي يتحملُه تسليح `5 Ø12/m للبلاطة لمعرفة هل هو آمن في اتجاه 2-2 أم لا

يُظهر البرنامج قيم العزم بلون لكُل عزم فكُلما تحرّكنا في خط الألوان من اليسار إلى اليمين كان العزم أعلى , لذلك فإن اللون الأزرق هو أعلى عزم على البلاطة , لكن نجد أن أقصى عزم واقع على هذه البلاطة قيمته 2.492 , فنجد أن هذه القيمة أصغر من قيمة العزم الذي يستطيع التسليح الذي تمّ فرضه تحمُّله , لذلك لن نحتاج لوضع إضافي مع التسليح الرأسي السُفلــي .

**بالمثل كما سبق بالنسبة للتسليح السفلي الأفقي سيتم تكرار ذلك مع التسليح الرأسي السُفلي في حالة زيادة العزم عن العزم الذي تتحملُه التسليح الذي تمّ فرضُه .

**يكون الإضافي الذي يتم وضعُه للأجزاء الغير آمنـــة عبارة عن حل من الحلول التالية :

1- نصف قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة` 2.5Ø12/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

2- نفس قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة ` 5Ø12/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

3- نصف قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة` 2.5Ø16/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

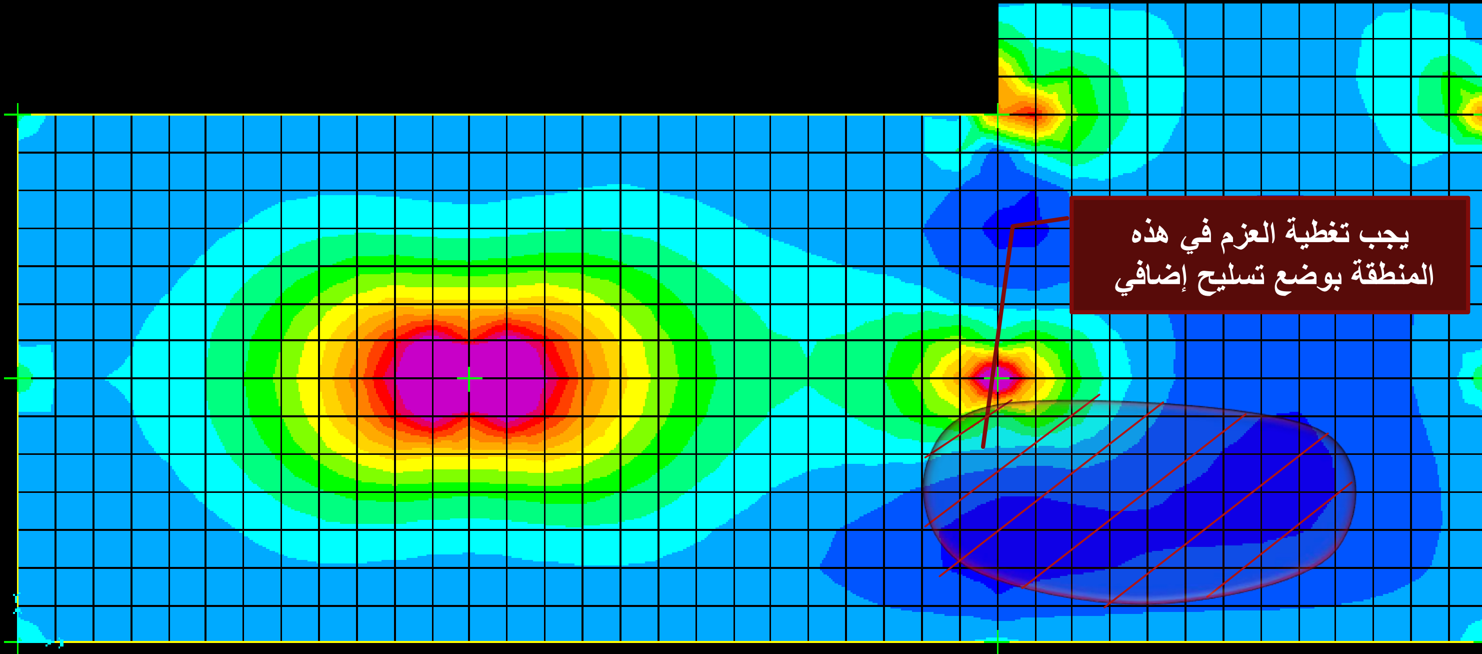
4- نفس قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة ` 5Ø16/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

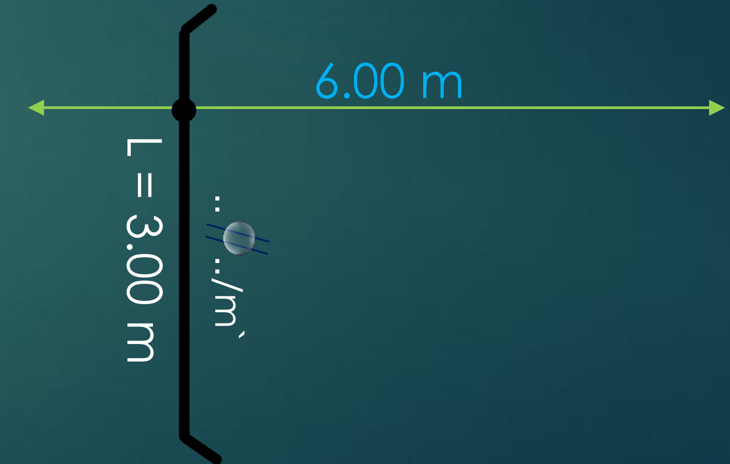
**سنقوم بتطبيق ذلك على البلاطة بالكامل و نُجرّب الحلول الأربعة الموضحة بالترتيب حتى تُصبح البلاطة آمنـــة .

- **نجد أن البلاطة بالكامل آمنــة ولا تحتاج إلى وضع إضافي للتسليح الأفقي الرأسي , و لكن بفرض أنه إذا كان هناك جُزء غير آمــن فستكون طريقة وضع التسليح الإضافي كالتالي ..

- **لنفرض أن البُقعة الموجودة باللون الأزرق غير آمنـــة فنضع لها تسليح إضافي , و سنرى كيف سيتم وضع التسليح الإضافي كمثال فقط , لكن في هذا المثال كما ذكرنا كان التسليح آمـن ولا نحتاج لوضع تسليح إضافي , لكن الهدف فقط معرفة شكل الإضافي الذي قد نحتاجُه في بلاطات أخرى .

- **الهدف لدينا هو تغطية البُقعة الموجودة باللون الأزرق فسيتم وضع التسليح الإضافي بنفس شكل التسليح الأساسي أي سيكون السيخ الإضافي أفقي رأسي و سيكون طول السيخ بالطول الرأسي للبقعة التي فيها العزم غير آمـن , فنقوم بعدّ عدد الـ Shells الرأسية فنجد أن عددها 6 Shells أي أن طول السيخ الرأسي الإضافي السفلي سيكون 3 متر , ثم نُكرر هذا الإضافي بالعرض الغير آمـن , فنجد أن عدد الـ Shells غير الآمنــة أفقيًا هو 12 Shells , أي يتكرر لمسافة 6 أمتار .





3- Upper RFT in HZ direction



** نجد أن هذا التسليح هو تسليح علوي أي أن العزم الذي تتحملُه هو عزم سالب , لذلك فإن قيمة العزم التي سنُدخلها للبرناج تكون بإشارة سالبة , كما أن التسليح في الإتجاه الأفقي أي أن العزم الذي تتحملُه هو العزم M 1-1 .

** بالمثل كما ذكرنا في البلاطات المُصمتة Solid slabs فإننا سوف نفرض قيمة للتسليح ثُم نحسب قيمة العزم التي يستطيع التسليح المفروض تحمُلُه , فإن كان العزم الواقع على البلاطة في أي جزء منها أكبر من العزم الناتج من الحديد المفروض فإن هذا الجُزء يُصبح غير آمن لذلك نحتاج إلى وضع تسليح إضافي في الأجزاء غير الأمنة , و ذلك عكس البلاطات المُصمتة و التي كنا نُغير قيمة التسليح الذي تم فرضهُ حتى تُصبح البلاطة بالكامل آمنـة أما في هذه البلاطات يُمكن وضع تسليح إضافي في الجُزء الغير آمـن فقط دون الحاجة لتكبير الشبكة المفروضة و بالتالي يكون ذلك أكثر توفيرًا .

** و ليكُن سنفرض الشبكة `5 Ø 12/m و حساب العزم الذي تستطيع تحُمله و إدخالُه للبرنامج كالتالي ..

1. $A_s = 5 \, \varnothing \, 12/m` = 565.49 \ mm^2$ **d** (Effective depth of slab without cover) = t – 20mm = 220-20=200 mm

2. $A_s = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{F_y * d * j}$ $\therefore 565.49 = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{360 * 200 * 0.80}$ $\therefore M_{U.L} = 3.257$ Ton.m (هذه هي أقصى قيمة عزم يتحملها التسليح الذي تم فرضُه)

3. ▶ سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج لمعرفة هل ستكفي لتغطية العزم الواقع على البلاطة في الإتجاه الأفقي 1-1 لتغطية التسليح العلوي .

**سيتم الدخول إلى البرنامج و نضع قيمة العزم التي تم حسابها للتسليح الذي تم فرضهُ `12/m Ø 5 و معرفة هل ستكون كافية لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الأفقي (1-1) للشبكة العلوية أي لتغطية العزم السالب و سيكون هذا العزم فوق الأعمدة, حيث سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج كالتالي ..

Member Forces

Case/Combo

Case/Combo Name 1.4 D.L + 1.6 L.L

يتم التسليح على حالة Ultimate

Resultant Forces

Shell Stresses

Shell Layer Stresses

Concrete Design

Multivalued Options

Envelope Max

Envelope Min

Step 1

يتم إدخال هذه القيمة بأي رقم سالب و ليكن 10-

M11 V13

F22 M22 V23

F12 M12 VMax

FMax MMax

FMin MMin

FVM

أي إدخال العزم في الإتجاه الأفقي و فحصهُ .

Contour Range

Min -10. Max -3.257

Set To Default Contour Range

أقصى قيمة للعزم التي يتحملها تسليح `12/m Ø 5.

Stress Averaging

None

At All Joints

Over Objects and Groups

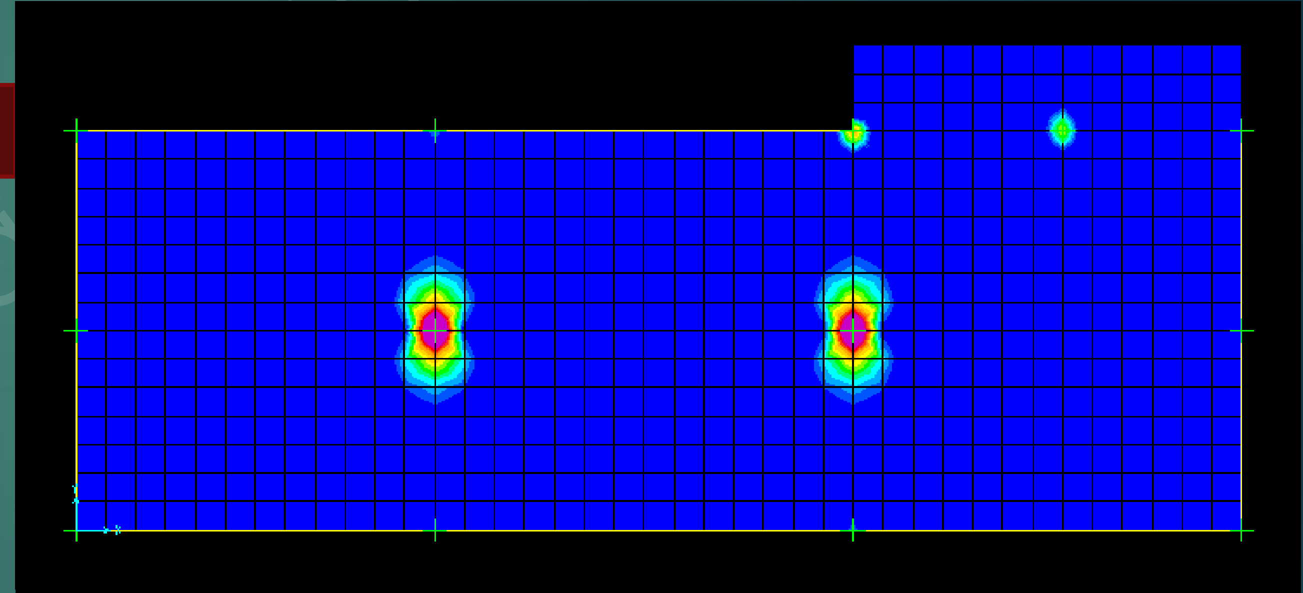
Set Groups...

Miscellaneous Options

Show Deformed Shape

Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

OK Cancel



-10.0 -9.0 -8.0 -6.9 -5.9 -4.9 -3.9 -2.9 -1.8 -0.8 0.2 1.2 2.2 3.3

يتم إدخال قيمة العزم الذي يتحملهُ تسليح `12/m Ø 5 للبلاطة لمعرفة هل هو آمن في اتجاه 1-1 أم لا

**بالمثل كما سبق بالنسبة للتسليح السفلي سواء كان الأفقي أو الرأسي سيتم تكرار ذلك مع التسليح الأفقي السفلي في حالة زيادة العزم عن العزم الذي تتحملُه التسليح الذي تمّ فرضُه .

**يكون الإضافي الذي يتم وضعُه للأجزاء الغير آمنـــة عبارة عن حل من الحلول التالية :

1- نصف قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة 2.5Ø12/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

2- نفس قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة 5Ø12/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

3- نصف قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة 2.5Ø16/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

4- نفس قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي 5Ø12/m` لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة 5Ø16/m` و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

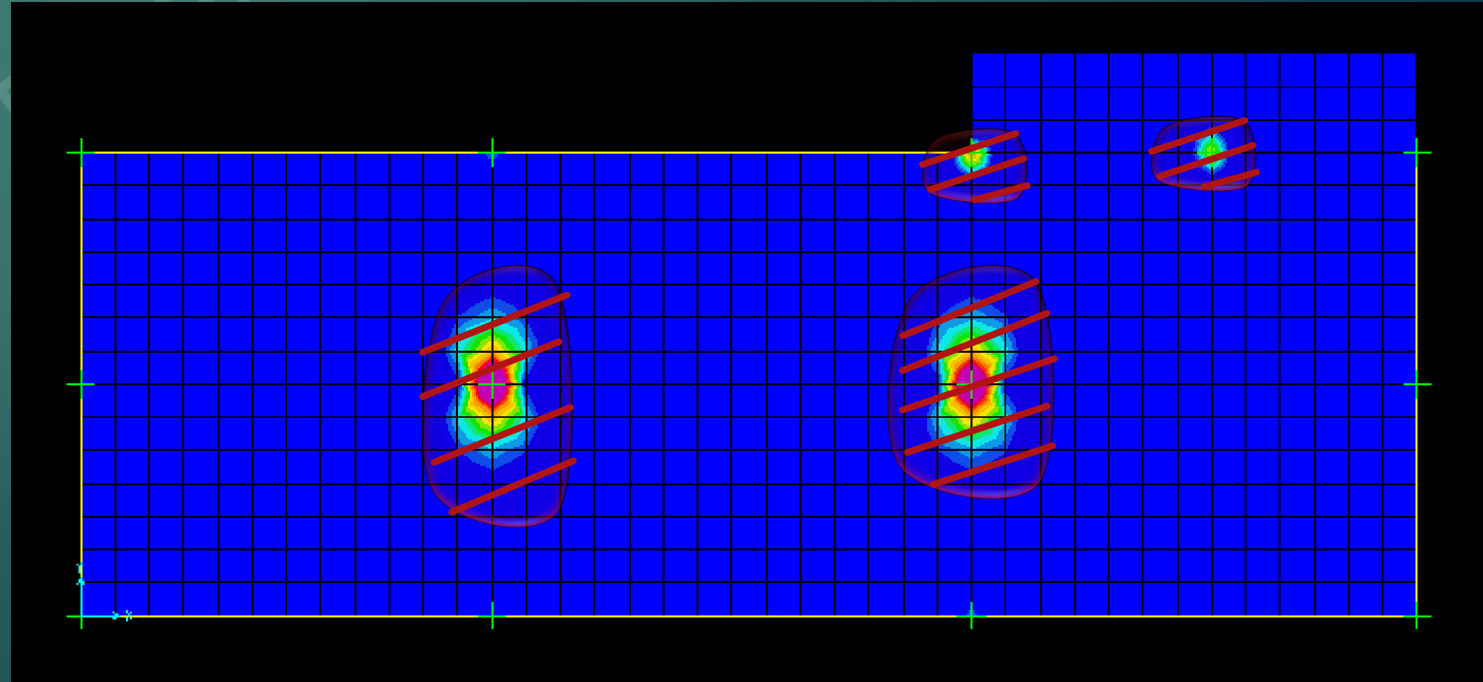
5- قد نضطر لوضع الإضافي بقُطر أكبر من القُطر التالي إذا كان العزم السالب فوق الأعمدة كبير جدًا فيتطلب ذلك .

**سنقوم بتطبيق ذلك على البلاطة بالكامل و نُجرّب الحلول الأربعة الموضحة بالترتيب حتى تُصبح البلاطة آمنـــة .

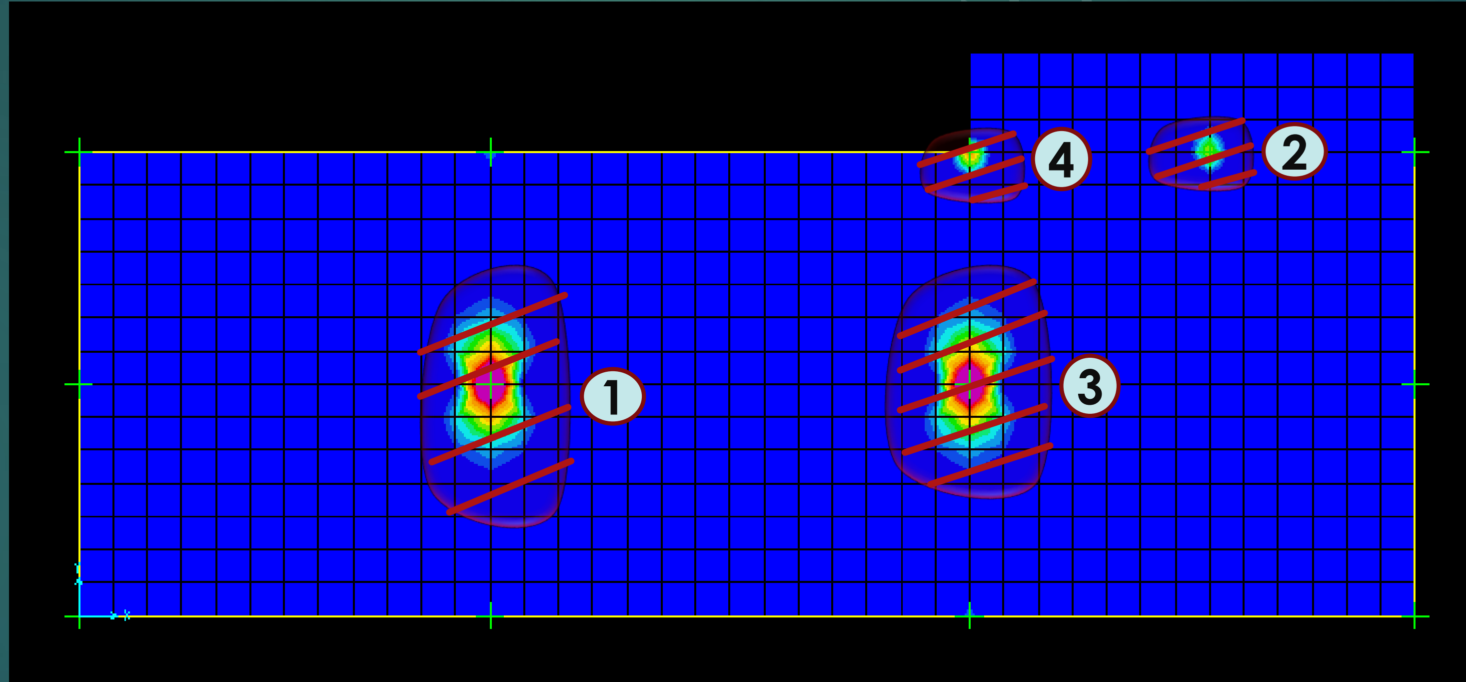
- **نبدأ بتطبيق ذلك على المناطق غير الآمنـــة في البلاطة و التي تظهر فوق الأعمدة , لكن هذا البرنامج يتعامل مع العمود على أنه نُقطة و هذا غير صحيح , ففي الواقع العمود عبارة عن قطاع مُستطيل أو مُربّع أو دائري , و بُناءًا على رسم المعماري و الذي يفرض شكل و أبعاد للأعمدة فنتعامل مع هذه القطاعات مبدأيًا و ذلك لمعرفة قيمة العزم الذي نحتاج للتأكد من أنه آمـــن أم لا .

قيمة العزم التى تُستنتج من البرنامج و هي قيمة لا يُمكن أخذ قيمة العزم الخاصة بها

قيمة العزم عند وشّ العمود و هي القيمة الصحيحة للعزم و التي من المُفترض مُقارنة العزم عندها مع العزم الذي يتحمله التسليح الذي تمّ فرضُه .

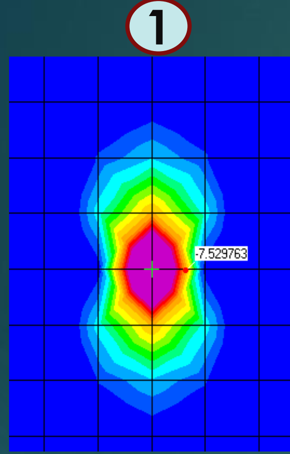


**بُناء على ما ذكرناه و بعد تحديد المناطق التي بها العزم السالب أكبر من قيمة العزم الذي يتحمله التسليح العلوي الأفقي الذي تم فرضُه , فسنبدأ في التعامل مع كُل مساحة غير آمنة و نقيس العزم عند وشّ العمود لمعرفة قيمة الحديد الإضافي المطلوب .



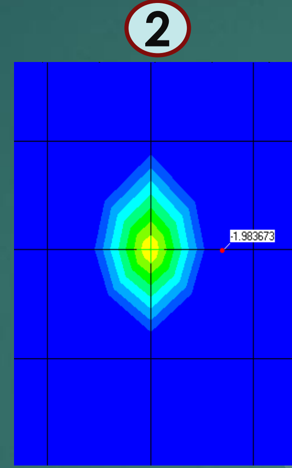
**نبدأ الأن بوضع الإضافي المُناسب لكُل عمود لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الأفقي العلوي .

1



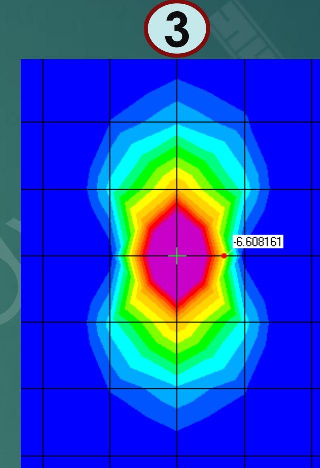
من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.6*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 يمين أو يسار مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 7.53 و هي أكبر بكثير من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح , فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي ثم من إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي و لكن هذا لم يكفي لذلك سنعمل على استخدام إضافي بتسليح أكبر و بالتجربة نجد أن استخدام إضافي 5Ø16/m يُعطي عزم 5.791 و بجمع هذه القيمة مع العزم من التسليح الأساسي فنجد أن العزم الذي سيتم تغطيته من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 9.048 و بالتالي يكون هذا التسليح آمن .

2



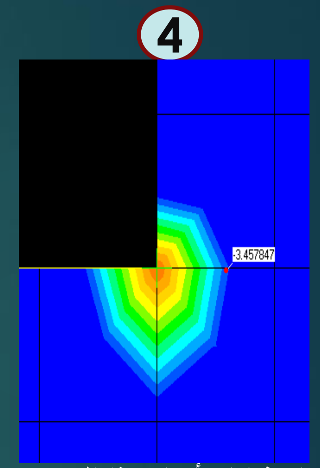
من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.3*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 يمين أو يسار مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 1.983 و هي أصغر من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك لن نحتاج لوضع إضافي علوي فوق هذا العمود بل سنكتفي بتسليح الشبكة العلوية فقط .

3



من اللوحة المعمارية كان ابعاد هذا العمود 0.6*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 يمين أو يسار مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 6.61 و هي أكبر من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح, فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي ثم من إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي و لكن هذا لم يكفي لذلك سنعمل على استخدام إضافي بتسليح أكبر و بالتجربة نجد أن استخدام إضافي 5Ø16/m يُعطي عزم 5.791 و بجمع هذه القيمة مع العزم من التسليح الأساسي فنجد أن العزم الذي سيتم تغطيته من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 9.048 و بالتالي يكون هذا التسليح آمن .

4

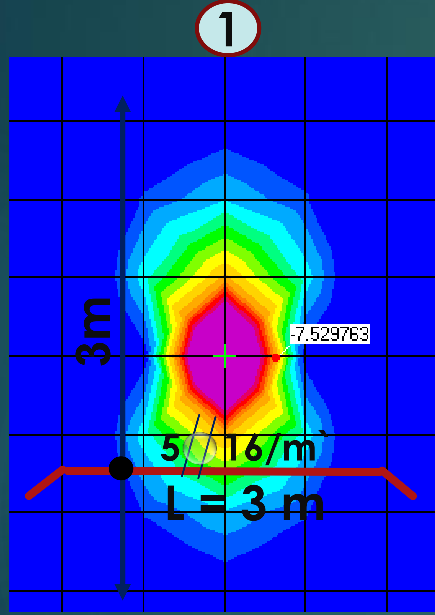


من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.3*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 يمين أو يسار مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 3.457 و هي أكبر من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح, فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي ثم من إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي و لكن هذا لم يكفي لذلك سنعمل على استخدام إضافي بتسليح أكبر و بالتجربة نجد أن استخدام إضافي 2.5Ø12/m يُعطي عزم 1.6285 و بجمع هذه القيمة مع العزم من التسليح الأساسي فنجد أن العزم الذي سيتم تغطيته من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 4.885 و بالتالي يكون هذا التسليح آمن .

**نبدأ الأن بتغطية المساحات الغير آمنــة بالتسليح الذي تم تحديدُه فوق كُل عمود .

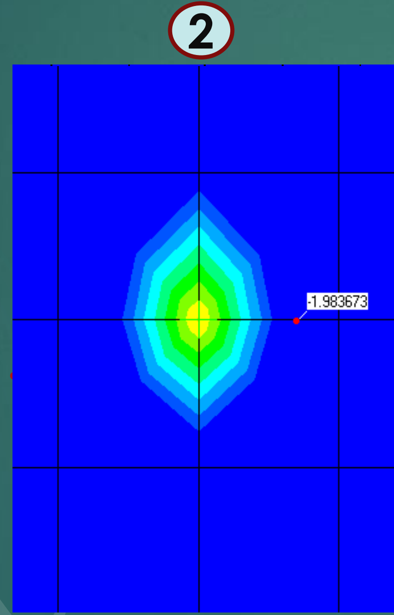
**يتم تغطية العرض الموجود به العزم العالي و ذلك بعرض السيخ لأن السيخ الإضافي يكون بنفس شكل التسليح الأفقي العلوي و يكون أقل عرض للسيخ هو 3 متر , و يتم تغطية المسافة الرأسية بتكرار السيخ بطول للمسافة غير الآمــنة .

1



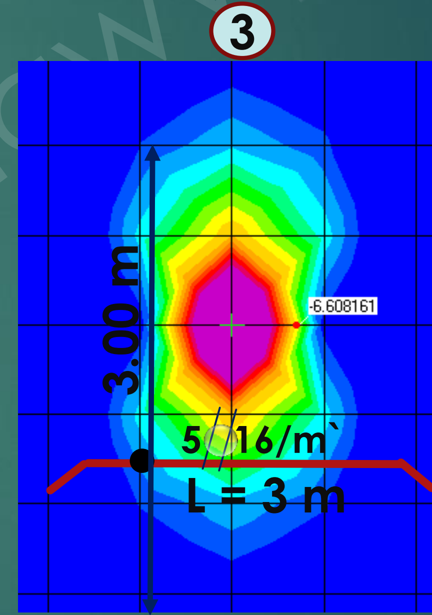
عدد الـ Shells التي بها العزم غير آمــن 5 أي نحتاج لسيخ بعرض 2.5 متر , و لكن سنأخذ أقصر سيخ إضافي 3 متر دائمًا ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة رأسية تمتد 6 Shells أي 3 أمتار.

2



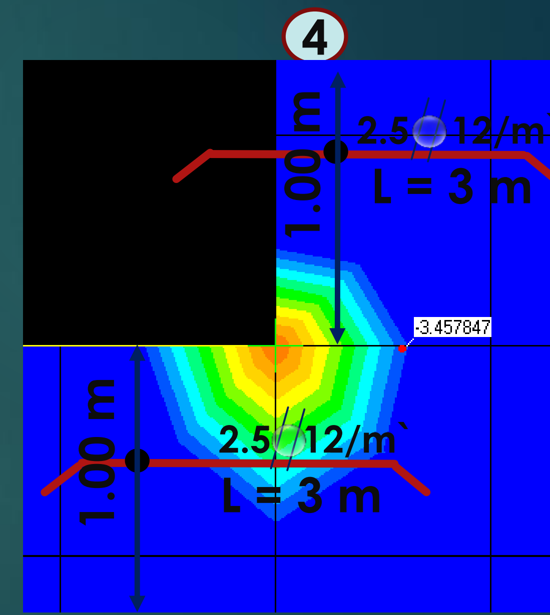
كما ذكرنا سابقًا أن هذا العمود آمــن و لا يحتاج لوضع تسليح إضافي .

3



عدد الـ Shells التي بها العزم غير آمــن 5 أي نحتاج لسيخ بعرض 2.5 متر , و لكن سنأخذ أقصر سيخ إضافي 3 متر دائمًا ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة رأسية تمتد 6 Shells أي 3.00 أمتار.

4



عدد الـ Shells التي بها العزم غير آمــن 5 أي نحتاج لسيخ بعرض 2.5 متر , و لكن سنأخذ أقصر سيخ إضافي 3 متر دائمًا
ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة رأسية تمتد أي 1 متر للجزء الموجود تحت الكابولي
ثم التسليح الإضافي في الكابولي يمتد لمسافة 1متر

4- Upper RFT in VL direction

** نجد أن هذا التسليح هو تسليح علوي أي أن العزم الذي تتحملُه هو عزم سالب , لذلك فإن قيمة العزم التي ستُدخلها للبرناج تكون بإشارة سالبة , كما أن التسليح في الإتجاه الرأسي أي أن العزم الذي تتحملُه هو العزم M 2-2.

** بالمثل كما ذكرنا في البلاطات المُصمتة Solid slabs فإننا سوف نفرض قيمة للتسليح ثُم نحسب قيمة العزم التي يستطيع التسليح المفروض تحمُلُه , فإن كان العزم الواقع على البلاطة في أي جزء منها أكبر من العزم الناتج من الحديد المفروض فإن هذا الجُزء يُصبح غير آمن لذلك نحتاج إلى وضع تسليح إضافي في الأجزاء غير الأمنة , و ذلك عكس البلاطات المُصمتة و التي كنا نُغير قيمة التسليح الذي تم فرضُه حتى تُصبح البلاطة بالكامل آمنة أما في هذه البلاطات يُمكن وضع تسليح إضافي في الجُزء الغير آمـن فقط دون الحاجة لتكبير الشبكة المفروضة و بالتالي يكون ذلك أكثر توفيرًا .

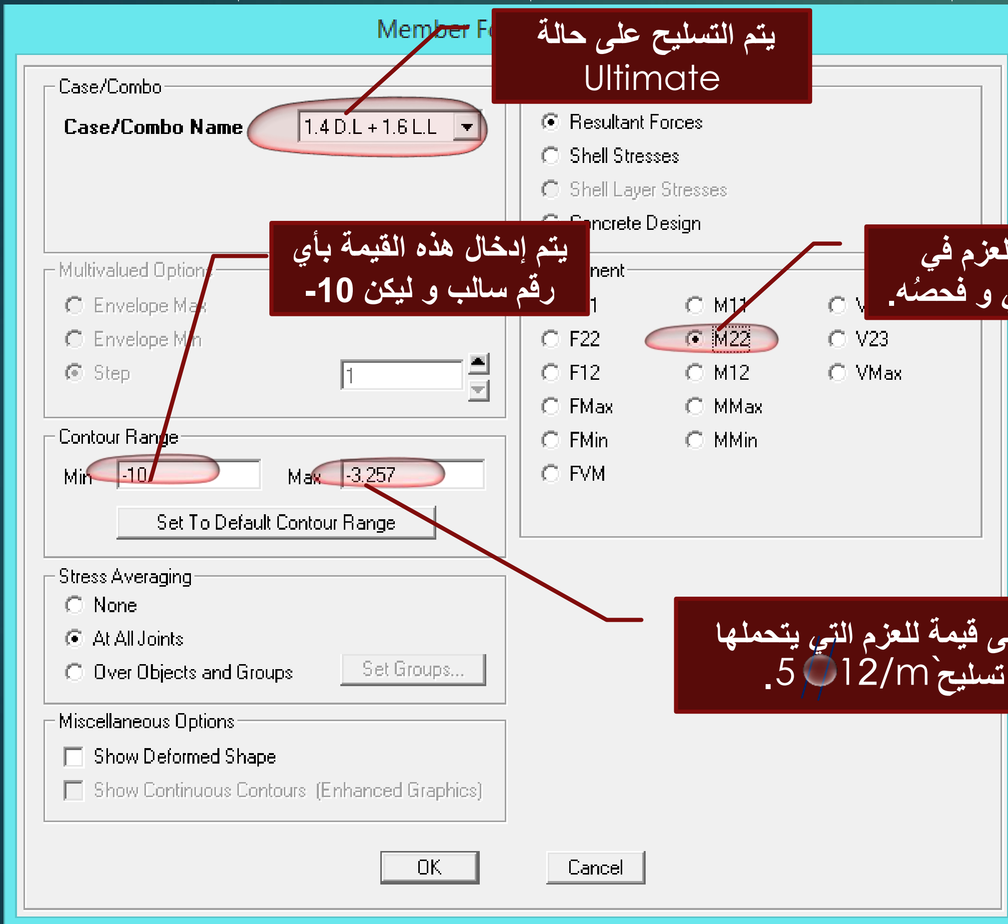
** و ليكُن سنفرض الشبكة 5 Ø 12/m` و حساب العزم الذي تستطيع تحمُله و إدخالُه للبرنامج كالتالي ..

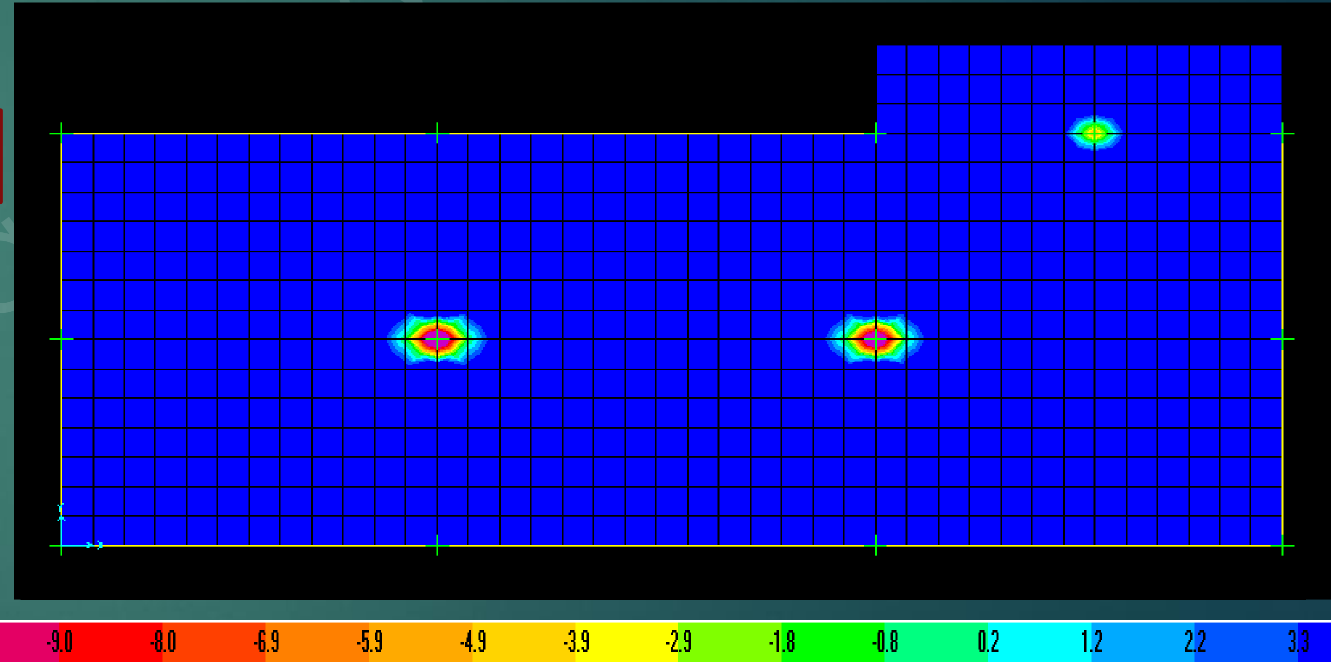
1. $A_s = 5\ \phi\ 12/m` = 565.49\ mm^2$ **d** (Effective depth of slab without cover) = t – 20mm = 220-20=200 mm

2. $A_s = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{F_y * d * j}$ $\therefore 565.49 = \dfrac{M_{U.L} * 10^7}{360 * 200 * 0.80}$ $\therefore M_{U.L} = 3.257$ Ton.m (هذه هي أقصى قيمة عزم يتحملها التسليح الذي تم فرضُه)

3. ▶ سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج لمعرفة هل ستكفي لتغطية العزم الواقع على البلاطة في الإتجاه الرأسي 2-2 لتغطية التسليح العلوي .

**سيتم الدخول إلى البرنامج و نضع قيمة العزم التي تم حسابها للتسليح الذي تم فرضهُ `12/m∅ 5 و معرفة هل ستكون كافية لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الأفقي (1-1) للشبكة العلوية أي لتغطية العزم السالب و سيكون هذا العزم فوق الأعمدة, حيث سيتم إدخال قيمة العزم إلى البرنامج كالتالي ..





يتم إدخال قيمة العزم الذي يتحملُه تسليح `12/m∅ 5 للبلاطة لمعرفة هل هو آمن في اتجاه 2-2 أم لا

**بالمثل كما سبق بالنسبة للتسليح السفلي سواء كان الأفقي أو الرأسي سيتم تكرار ذلك مع التسليح الأفقي السفلي في حالة زيادة العزم عن العزم الذي تتحملُه التسليح الذي تمّ فرضُه .

**يكون الإضافي الذي يتم وضعُه للأجزاء الغير آمنـــة عبارة عن حل من الحلول التالية :

1- نصف قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة` 2.5Ø12/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

2- نفس قيمة التسليح المفروض , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة ` 5Ø12/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

3- نصف قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنصف هذه القيمة أي بقيمة` 2.5Ø16/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

4- نفس قيمة التسليح المفروض و لكن بالقُطر الأكبر التالي , ففي هذا المثال كان قد تم فرض تسليح أفقي سُفلي` 5Ø12/m لذلك سنجرّب أن نضع إضافي بنفس هذه القيمة أي بقيمة` 5Ø16/m و نتأكد حل أصبحت البلاطة آمنـــة أم لا .

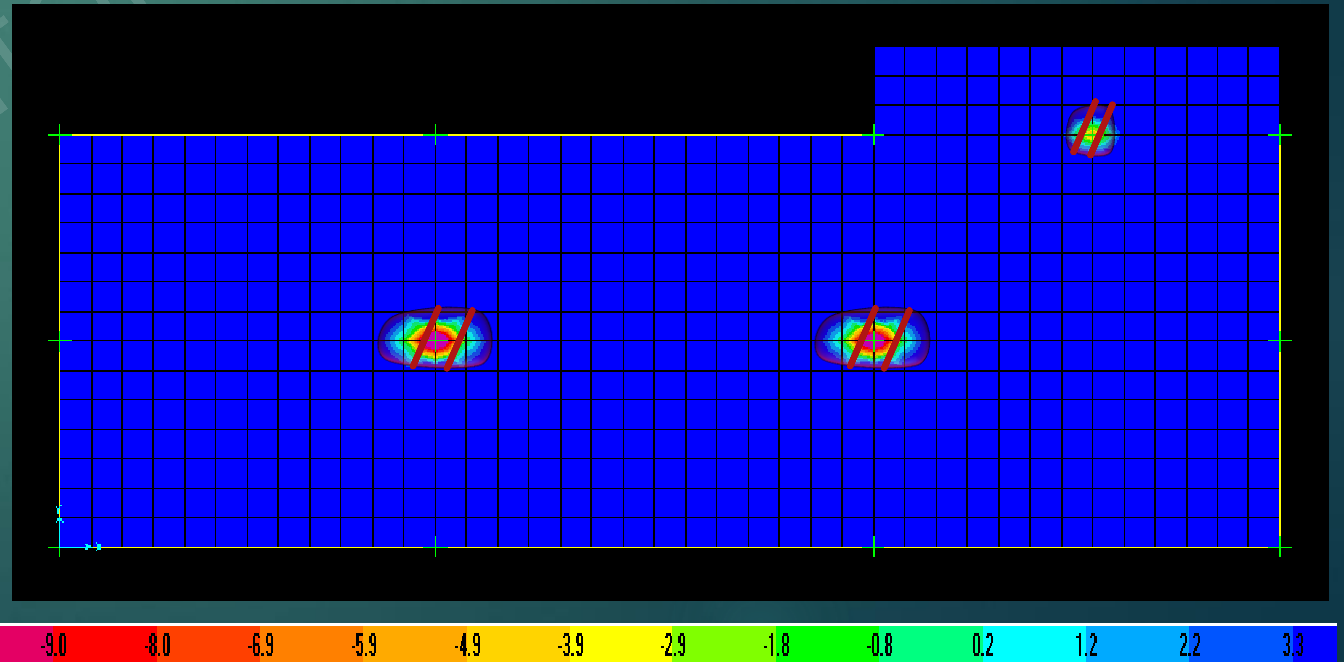
5- قد نضطر لوضع الإضافي بقُطر أكبر من القُطر التالي إذا كان العزم السالب فوق الأعمدة كبير جدًا فيتطلب ذلك .

**سنقوم بتطبيق ذلك على البلاطة بالكامل و نُجرّب الحلول الأربعة الموضحة بالترتيب حتى تُصبح البلاطة آمنـــة .

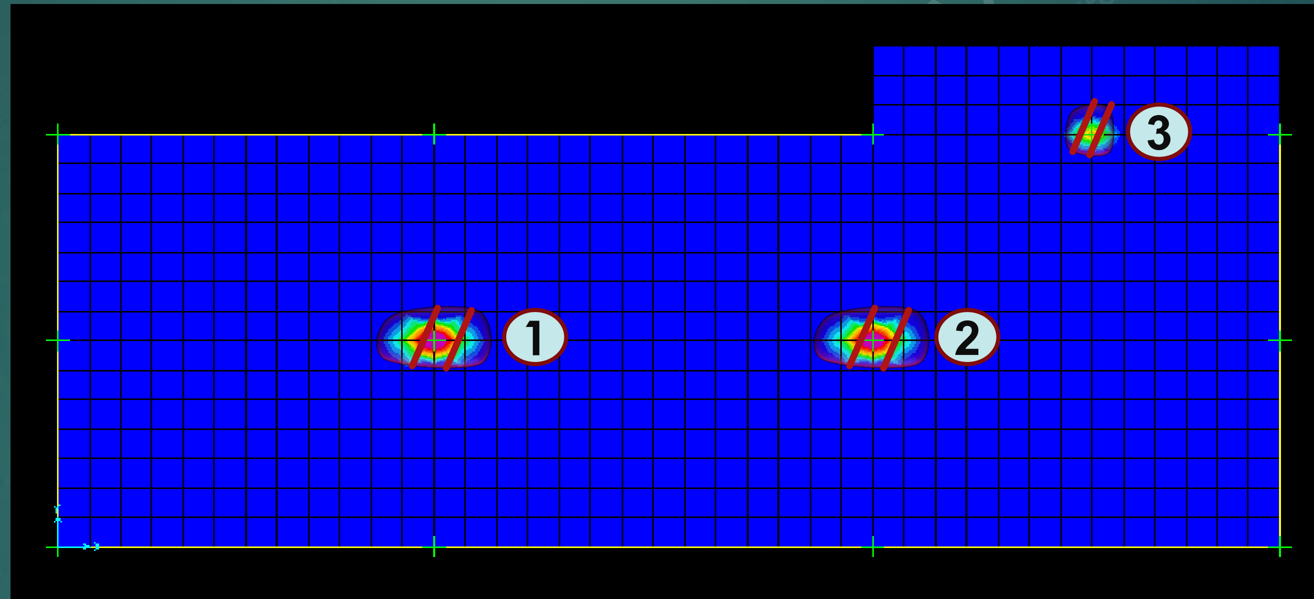
**نبدأ بتطبيق ذلك على المناطق غير الآمنــة في البلاطة و التي تظهر فوق الأعمدة , لكن هذا البرنامج يتعامل مع العمود على أنه نُقطة و هذا غير صحيح , ففي الواقع العمود عبارة عن قطاع مُستطيل أو مُربّع أو دائري , و بُناءًا على رسم المعماري و الذي يفرض شكل و أبعاد للأعمدة فنتعامل مع هذه القطاعات مبدأيًا و ذلك لمعرفة قيمة العزم الذي نحتاج للتأكد من أنه آمــن أم لا .

قيمة العزم التى تُستنتج من البرنامج و هي قيمة لا يُمكن أخذ قيمة العزم الخاصة بها

قيمة العزم عند وشّ العمود و هي القيمة الصحيحة للعزم و التي من المُفترض مُقارنة العزم عندها مع العزم الذي يتحمله التسليح الذي تمّ فرضُه .



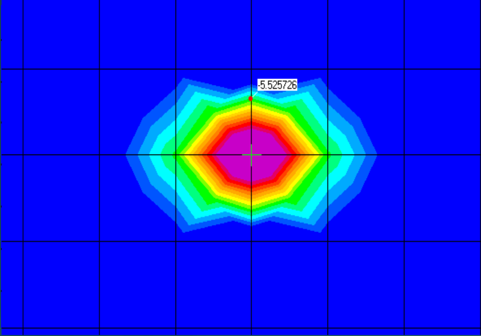
- **بُناء على ما ذكرناه و بعد تحديد المناطق التي بها العزم السالب أكبر من قيمة العزم الذي يتحمله التسليح العلوي الأفقي الذي تم فرضُه , فسنبدأ في التعامل مع كُل مساحة غير آمنة و نقيس العزم عند وشّ العمود لمعرفة قيمة الحديد الإضافي المطلوب .





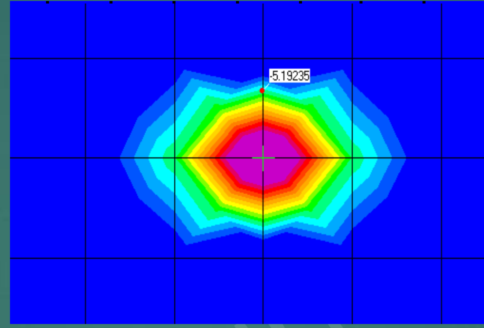
**نبدأ الأن بوضع الإضافي المُناسب لكُل عمود لتغطية العزم الموجود في الإتجاه الرأسي العلوي .

1



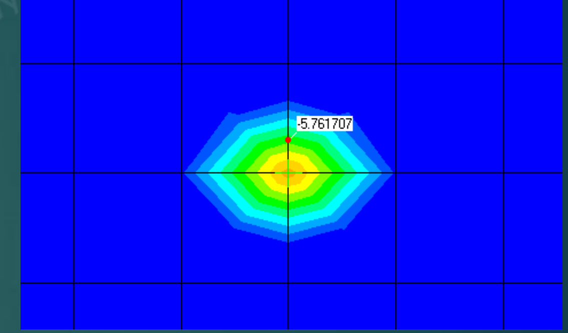
من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.6*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 أعلى أو أسفل مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 5.5257 و هي أكبر بكثير من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح , فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي ثم من إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي لذلك فبتجربة إضافة نصف شبكة يكون غير كافي لذلك نضيف شبكة نجد أنه باستخدام إضافي`5Ø12/m يُعطي عزم 3.257 و بجمع هذه القيمة مع العزم من التسليح الأساسي فنجد أن العزم الذي سيتم تغطيته من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 6.514 و بالتالي يكون هذا التسليح آمـن .

2



من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.6*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.3 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.3 أعلى أو أسفل مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 5.5257 و هي أكبر بكثير من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح , فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي ثم من إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي لذلك فبتجربة إضافة نصف شبكة يكون غير كافي لذلك نضيف شبكة نجد أنه باستخدام إضافي`5Ø12/m يُعطي عزم 3.257 و بجمع هذه القيمة مع العزم من التسليح الأساسي فنجد أن العزم الذي سيتم تغطيته من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 6.514 و بالتالي يكون هذا التسليح آمـن .

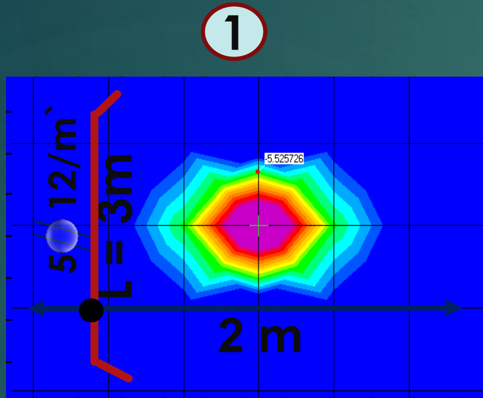
3



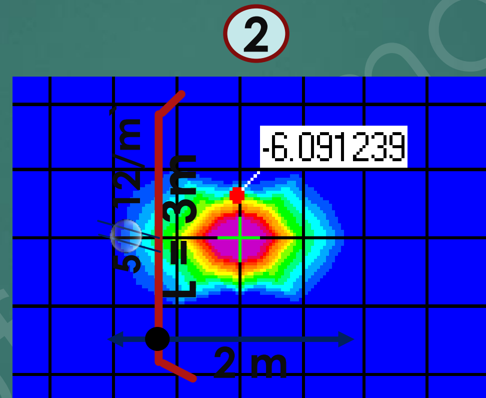
من اللوحة المعمارية كان أبعاد هذا العمود 0.3*0.6 و نتيجة لأننا نُريد معرفة العزم عند وش العمود و كان عرض كُل Shell مُربعة هو 0.5 , لذلك لو قسنا البُعد بين مركز العمود إلى وش العمود نجد أن المسافة هو نصف عرض العمود أي 0.15 متر لذلك سنتحرّك مسافة 0.15 أعلى أو أسفل مركز العمود و نقيس العزم عندها , فنجد أن قيمة العزم 5.671 و هي أكبر من العزم الذي يتحمله التسليح العلوي المفروض لذلك سنضع إضافي لكي يُغطي هذا التسليح , فكما سبق ذكره سنجرب استخدام إضافي بنصف قيمة التسليح الأساسي أي`2.5Ø12/m فيُغطي عزم 1.6285 فتكون غير آمنة لذلك سنجرب استخدام إضافي بنفس قيمة التسليح الأساسي أي`5Ø12/m فيغطي عزم 3.257 , فنجد أن العزم من التسليح الأساسي + الإضافي يكون 6.514 و بالتالي يكون هذا التسليح آمـن .

- **نبدأ الأن بتغطية المساحات الغير آمنـــة بالتسليح الذي تم تحديدُه فوق كُل عمود .
- **يتم تغطية العرض الموجود به العزم العالي و ذلك بعرض السيخ لأن السيخ الإضافي يكون بنفس شكل التسليح الأفقي العلوي و يكون أقل عرض للسيخ هو 3 متر , و يتم تغطية المسافة الرأسية بتكرار السيخ بطول للمسافة غير الآمنــة .

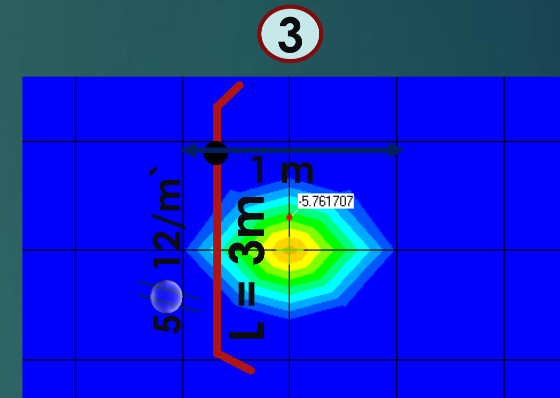
1



2



3



عدد الـ Shells التي بها العزم غير آمــن 6 أي نحتاج لسيخ بطول 3 متر ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة أفقية تمتد 4 Shells أي 2 متر.

عدد الـ Shells التي بها العزم غير آمــن 2 أي نحتاج لسيخ بطول 1 متر , و لكن سنأخذ أقصر سيخ إضافي 3 متر دائمًا ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة أفقية تمتد 4 Shells أي 2 متــر.

عدد الـShells التي بها العزم غير آمــن 1 أي نحتاج لسيخ بطول 0.5 متر , و لكن سنأخذ أقصر سيخ إضافي 3 متر دائمًا ثم نقوم بتكرار هذا السيخ لمسافة أفقية تمتد 2 Shells أي 1.0 متر